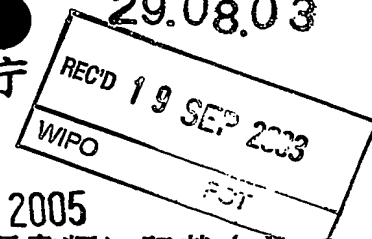


日本国特許庁

JAPAN PATENT OFFICE

PCT/JPO3/11100

29.08.03



Rec'd PCT/PTO 22 MAR 2005

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 9月24日

出願番号

Application Number:

特願2002-278046

[ST.10/C]:

[JP2002-278046]

出願人

Applicant(s):

東京エレクトロン株式会社

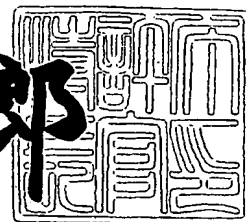
JP03/11100

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 5月23日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3038242

BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 特許願

【整理番号】 JPP021063

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/324

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号 T B S 放送センター
 東京エレクトロン株式会社内

 【氏名】 齋藤 孝規

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号 T B S 放送センター
 東京エレクトロン株式会社内

 【氏名】 山賀 健一

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号 T B S 放送センター
 東京エレクトロン株式会社内

 【氏名】 中尾 賢

【特許出願人】

 【識別番号】 000219967

 【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100088487

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 松山 允之

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 087469

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1
【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 熱処理装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

上端が開口している加熱炉本体と、上端部が内部雰囲気を排気するための排気手段に接続される単一の管からなる反応管と、該反応管内部を気密に保持するための反応管下部蓋体と、該反応管内に収容される被処理基板支持部材により担持される被処理基板を加熱するための加熱手段を少なくとも備えた熱処理装置において、

該加熱手段が、前記反応管を囲繞するように配置されている第 1 の加熱手段と、前記反応管の上端狭径部周囲に配置されている第 2 の加熱手段と、前記反応管の直胴部周辺上部に配置されている第 3 の加熱手段と、前記反応管の直胴部周辺下部に配置されている第 4 の加熱手段と、前記被処理基板を載置している支持部材の下部に配置されている第 5 の加熱手段を少なくとも備えていることを特徴とする熱処理装置。

【請求項 2】

前記反応管の周囲に配置されている前記第 1 の加熱手段は、複数の線状発熱素子、または、該線状発熱体を U 字状に屈曲させた複数の発熱素子を前記反応管の長手方向に平行に配置したものであることを特徴とする請求項 1 に記載の熱処理装置。

【請求項 3】

前記反応管の上端狭径部周囲に配置されている前記第 2 の加熱手段は、線状発熱素子をスパイラル状に捲回したものであることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の熱処理装置。

【請求項 4】

前記反応管の直胴部上部に配置されている前記第 3 の加熱手段は、線状発熱素子をつづら折り状、またはスパイラル状に形成したものであることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 のいずれかに記載の熱処理装置。

【請求項 5】

前記反応管の直胴部下部に配置されている前記第 4 の加熱手段は、線状発熱素子を、長手方向断面が長円形であるスパイラル状、またはつづら折り状に形成したものであることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 4 のいずれかに記載の熱処理装置。

【請求項 6】

前記被処理基板を支持する前記支持部材の下部に配置されている第 5 の加熱手段が、面状発熱体、または、発熱素子を前記支持部材の下部平面に沿って配置した複数の発熱体からなるものであることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 5 のいずれかに記載の熱処理装置。

【請求項 7】

前記面状発熱体が、線状発熱素子を前記被処理基板支持部材底板に平行する平面内に配置した発熱体であることを特徴とする請求項 6 に記載の熱処理装置。

【請求項 8】

前記線状発熱素子が、抵抗発熱体をセラミック中空管状体中に封入して構成されたものであることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 5 のいずれかに記載の熱処理装置。

【請求項 9】

前記面状発熱体が、抵抗発熱体をセラミック中空板状体の中に封入して構成されたものであることを特徴とする請求項 6 に記載の熱処理装置。

【請求項 10】

前記セラミックが、石英であることを特徴とする請求項 8 または請求項 9 に記載の熱処理装置。

【請求項 11】

前記第 2 の加熱手段が、水平方向に移動可能に支持されていることを特徴とする請求項 3 に記載の熱処理装置。

【請求項 12】

上端が開口している加熱炉本体と、上端部が内部雰囲気を排気するための排気手段に接続される単一の管からなる反応管と、該反応管内部を気密に保持するための反応管下部蓋体と、該反応管内に收容される被処理基板支持部材により担持

される被処理基板を加熱するための加熱手段を少なくとも備えた熱処理装置において、

前記被処理基板支持部材が、天板と、底板と、該天板および該底板間を固着結合し、かつ被処理基板が担持されるように溝部が形成されている複数の支柱とを備え、該被処理基板支持部材の底板中央部にこの被処理基板支持部材を支持するための柱状体が固着されていることを特徴とする熱処理装置。

【請求項 13】

前記被処理基板支持部材を支持するための柱状体が、石英からなる中空の管であることを特徴とする請求項 12 記載の熱処理装置。

【請求項 14】

上端が開口している加熱炉本体と、上端部が内部雰囲気を排気するための排気手段に接続される単一の管からなる反応管と、該反応管内部を気密に保持するための反応管下部蓋体と、該反応管内に収容される被処理基板支持部材により担持される被処理基板を加熱するための加熱手段を少なくとも備えた熱処理装置において、

該熱処理装置が、複数の温度測定素子をセラミック中空管状体中に封止した温度測定手段を更に備えたものであることを特徴とする熱処理装置。

【請求項 15】

前記セラミック中空管状体が、石英チューブであることを特徴とする請求項 14 に記載の熱処理装置。

【請求項 16】

前記温度測定手段が、前記加熱手段が配置されている付近の温度を測定できるように、前記加熱手段の近辺に配置されていることを特徴とする請求項 14 または請求項 15 に記載の熱処理装置。

【請求項 17】

前記温度測定手段が、前記反応管下部蓋体から該反応管内部に挿入され回転自在に上部に向かって延設された中空管状体中に封入された複数の温度測定素子からなるものであり、該中空管状体の長手方向の中間位置において主軸から垂直に枝分かれした分枝部を有し、該中空管状体の分枝部内部に温度測定素子が配置さ

れていることを特徴とする請求項 1 3 ないし請求項 1 5 のいずれかに記載の熱処理装置。

【請求項 1 8】

前記中空管状体が、前記反応管下部蓋体に回転自在、かつ、着脱自在に支承されていることを特徴とする請求項 1 7 に記載の熱処理装置。

【請求項 1 9】

前記中空管状体が、その上端部において被処理基板支持部材の天板に着脱自在に固定されることを特徴とする請求項 1 7 または請求項 1 8 に記載の熱処理装置。

【請求項 2 0】

該温度測定手段が、前記反応管の内部に配置される被処理基板支持部材に載置されている複数の被処理基板の間隙に位置し、該被処理基板付近の温度を測定することができるものであることを特徴とする請求項 1 4 ないし請求項 1 6 のいずれかに記載の熱処理装置。

【請求項 2 1】

前記温度測定手段が、内部に温度測定素子を内蔵した中空管状体であり、該中空管状体が、前記反応管下部フランジから前記反応管内部壁面に沿って上方に延設され、該反応管の上部付近で該反応管の中心部に向かって屈曲していることを特徴とする請求項 2 0 に記載の熱処理装置。

【請求項 2 2】

前記温度測定手段が、前記加熱炉本体と前記反応管とで形成される間隙に配置された中空管状体であって、該中空管状体内部に複数の温度測定素子が配置されていることを特徴とする請求項 1 4 ないし請求項 1 6 のいずれかに記載の熱処理装置。

【請求項 2 3】

前記温度測定手段が、前記反応管下部蓋体から挿入され回転自在に上部に向かって延設された中空管状体中に封入された複数の温度測定素子からなるものであり、該中空管状体の長手方向の中間位置において主軸から垂直に枝分かれした分枝部を有し、該中空管状体の分枝部内部に温度測定素子が配置されている第 1 の

温度測定手段と、内部に温度測定素子を内蔵した中空管状体であり、該中空管状体が、前記反応管下部フランジから前記反応管壁面に沿って上方に延設され、該反応管の上部付近で該反応管の中心部に向かって屈曲している第2の温度測定手段と、前記加熱炉本体と前記反応管とで形成される間隙に配置された中空管状体であって、該中空管状体内部に複数の温度測定素子を有する第3の温度測定手段を少なくとも備えたことを特徴とする請求項14ないし請求項16のいずれかに記載の熱処理装置。

【請求項24】

上端が開口している加熱炉本体と、上端部が内部雰囲気を排気するための排気手段に接続される単一の管からなる反応管と、該反応管内部を気密に保持するための反応管下部蓋体と、該反応管内に収容される被処理基板支持部材により担持される被処理基板を加熱するための加熱手段とを少なくとも備えた熱処理装置において、

内部に複数の温度測定素子を内蔵した中空管状体を、前記反応管下部フランジから前記反応管壁面に沿って上方に延設し、該反応管の上部付近で該反応管の中心部に向かって屈曲している第2の温度測定手段と、

内部に複数の温度測定素子を内蔵した中空管状体を、前記加熱炉本体と前記反応管とで形成される間隙に配置した第3の温度測定手段とをさらに備えたことを特徴とする熱処理装置。

【請求項25】

上端が開口している加熱炉本体と、上端部が内部雰囲気を排気するための排気手段に接続される単一の管からなる反応管と、該反応管内部を気密に保持するための反応管下部蓋体と、該反応管内に収容される被処理基板支持部材により担持される被処理基板を加熱するための加熱手段を少なくとも備えた熱処理装置において、

前記加熱炉本体と、前記反応管とで形成される間隙の上方および下方に配置された少なくとも2つの開孔を有し、この下方開孔から冷却用媒体を送入し、上方開孔から該冷却用媒体を排出して該反応管を冷却するようにしたことを特徴とする熱処理装置。

【請求項 2 6】

上端が開口している加熱炉本体と、上端部が内部雰囲気を排気するための排気手段に接続される単一の管からなる反応管と、該反応管内部を気密に保持するための反応管下部蓋体と、該反応管内に収容される被処理基板支持部材により担持される被処理基板を加熱するための加熱手段と、該加熱炉本体内の温度を測定する温度測定手段とを少なくとも備えた熱処理装置において、

該加熱手段が、前記反応管の周囲に配置されている第 1 の加熱手段と、前記反応管の上端狭径部周囲に配置されている第 2 の加熱手段と、前記反応管の直胴部周辺上部に配置されている第 3 の加熱手段と、前記反応管の直胴部周辺下部に配置されている第 4 の加熱手段と、前記被処理基板を載置している支持部材の下部に配置されている第 5 の加熱手段とからなり、

該温度測定手段が、内部に温度測定素子を内蔵した中空管状体を、前記反応管下部フランジから前記反応管壁面に沿って上方に延設し、該反応管の上部付近で該反応管の中心部に向かって屈曲している第 2 の温度測定手段と、内部に温度測定素子を内蔵した中空管状体を、該加熱炉本体と該反応管とで形成される間隙に配置されている第 3 の温度測定手段とを少なくとも備えたものであることを特徴とする熱処理装置。

【請求項 2 7】

上端が開口している加熱炉本体と、上端部が内部雰囲気を排気するための排気手段に接続される単一の管からなる反応管と、該反応管内部を気密に保持するための反応管下部蓋体と、該反応管内に収容される被処理基板支持部材により担持される被処理基板を加熱するための加熱手段と、該加熱炉本体内の温度を測定する温度測定手段とを少なくとも備えた熱処理装置において、

該加熱手段が、前記反応管の周囲に配置されている第 1 の加熱手段と、前記反応管の上端狭径部周囲に配置されている第 2 の加熱手段と、前記反応管の直胴部周辺上部に配置されている第 3 の加熱手段と、前記反応管の直胴部周辺下部に配置されている第 4 の加熱手段と、前記被処理基板を載置している支持部材の下部に配置されている第 5 の加熱手段とからなり、

該温度測定手段が、前記反応管下部蓋体から挿入され回転自在に上部に向かっ

て延設された中空管状体中に封入された複数の温度測定素子からなるものであり、該中空管状体の長手方向の中間位置において主軸から垂直に枝分かれした分枝部を有し、該中空管状体の分枝部内部に温度測定素子が配置されている第 1 の温度測定手段と、内部に温度測定素子を内蔵した中空管状体を、前記反応管下部フランジから前記反応管壁面に沿って上方に延設し、該反応管の上部付近で該反応管の中心部に向かって屈曲している第 2 の温度測定手段と、該加熱炉本体と該反応管とで形成される間隙に配置されている第 3 の温度測定手段を少なくとも備えたことを特徴とする熱処理装置。

【請求項 2 8】

該反応管の排気ガス排出口と排気配管との接続部の周囲に温度制御手段が配置されていることを特徴とする請求項 2 6 または請求項 2 7 に記載の熱処理装置。

【請求項 2 9】

上記温度制御手段が、断熱材であるかもしくは抵抗加熱ヒータであることを特徴とする請求項 2 6 ないし請求項 2 8 のいずれかに記載の熱処理装置。

【請求項 3 0】

上記温度制御手段が、可撓性を有するものであるかしくは予め賦形されたものであることを特徴とする請求項 2 9 に記載の熱処理装置。

【請求項 3 1】

上記反応管の排気ガス排出口と上記排気配管とが、該排気ガス排出口の端部に形成されたフランジと、該排気配管端部に形成されたフランジと、その間に介在された O リングによって気密に衝合固定されていることを特徴とする請求項 2 6 ないし請求項 3 0 のいずれかに記載の熱処理装置。

【請求項 3 2】

上記フランジが、その内部に温度制御のための流体流通孔が形成されたものであることを特徴とする請求項 3 1 に記載の熱処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明が属する技術分野】

本発明は特に半導体ウェハの熱処理に適した熱処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、半導体製造工程においては、被処理体である半導体ウェハ（以下にウェハという）の表面に薄膜や酸化膜を積層したり、あるいは不純物の拡散等を行う工程があり、これらの工程において、CVD装置、酸化膜形成装置、あるいは拡散装置等の熱処理装置が用いられている。

そして、これらの熱処理装置においては、複数枚の被処理体であるウェハを、ウェハボートと呼ばれる被処理基板保持部材に垂直方向に配列搭載して、高温加熱したプロセスチューブと呼ばれている反応管内に収容し、反応管内に反応ガスを導入して処理を行っている（特許文献1、および特許文献2参照）。

【0003】

従来使用されている縦型熱処理装置の例を図10に示す。

図10において、加熱炉本体1001はベースプレート1011上に載置されており、加熱炉本体1001の断熱層の内周面に、後述の反応管を圍繞するように抵抗加熱ヒータ1007を設けて構成される。

【0004】

前記加熱炉内には、例えば石英からなる上端が閉じている外管1003aと、この外管1003a内に同心状に設置された例えば石英からなる内管1003bとを備えた2重管構造の反応管であるいわゆるプロセスチューブが配設されている。そしてこの反応管は、被処理体であるウェハを処理する処理雰囲気を形成するため、気密に保持されるようになっている。

【0005】

前記反応管の外管1003a及び内管1003bは、各々その下端にてステンレス等からなる管状のマニホールド1013に保持されており、このマニホールド1013の下端開口部には、当該開口を気密に封止するための反応管下部蓋体1004が開閉自在に設けられている。

【0006】

前記反応管下部蓋体1004の中心部には、例えば磁性流体シール1015に

より気密な状態で回転可能な回転軸 8 1 4 が挿通されており、回転軸 1 0 1 4 の下端は昇降機構 1 0 1 6 の回転機構に接続されると共に、上端はターンテーブル 1 0 1 7 に固定されている。前記ターンテーブル 1 0 1 7 の上方側には、保温筒 1 0 1 2 を介して被処理体保持具である例えば石英製の被処理基板支持部材であるウエハポート 1 0 0 8 が搭載されており、このウエハポート 1 0 0 8 に複数枚の被処理基板であるシリコンウェハ W が整列載置されている。

【 0 0 0 7 】

前記マニホールド 1 0 1 3 の下部側面には、ウェハ処理用のガスを反応管内管 1 0 0 3 b 内に導入するための単数もしくは複数のガス導入管 1 0 0 5 が水平に挿設されており、このガス導入管 1 0 0 5 は図示しないマスフローコントローラを介して図示しないガス供給源に接続されている。

【 0 0 0 8 】

また前記マニホールド 1 0 1 3 の上部側面には、反応管外管 1 0 0 3 a と反応管内管 1 0 0 3 b との間隙から処理ガスを排出して反応管内を所定の減圧雰囲気を設定するために、図示しない真空ポンプに連結された排気管 1 0 0 6 が接続されている。

【 0 0 0 9 】

ところで、近年、特に半導体製造装置のスループットを上げることが求められており、さまざまな改善がなされている。

上記熱処理工程において、半導体ウェハ表面の膜質に影響を及ぼすことなく工程のスループットを上げるためには、予備加熱工程、および冷却工程の時間を短縮することが最も実現性の高い方法である。そして、これらの工程でその時間を短縮するためには、加熱、冷却時間を短縮する必要があり、そのためには、加熱炉内の部材の熱容量を減少させ、昇温、降温を速やかに行えるようにすることが必要である。

ところで、従来の上記熱処理装置においては、反応管が二重管からなっているため、熱容量が大きく、急速加熱および急速冷却には向かない構造であった。

また、この構造の反応管においては、加熱を均一に行うことが困難で、被処理基板であるシリコンウェハの面内温度均一性に改善の余地があった。

さらに、この反応管内に導入される反応ガスが、未反応のまま比較的温度の低い反応管内管 1 0 0 3 b の天井部に達すると、未反応ガスが反応管内管天井部に析出固化し、パーティクル発生の原因となるおそれがあった。

そのため、このような従来の熱処理装置は、最近の半導体熱処理装置のスループット向上や、被処理基板の加熱温度の均一化、およびパーティクル汚染の防止の要請には十分応じられないという問題があった。

【 0 0 1 0 】

【特許文献 1】

特開 2 0 0 1 - 2 1 0 6 3 1 号公報

【特許文献 2】

特開 2 0 0 1 - 1 5 6 0 0 5 号公報

【 0 0 1 1 】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、従来技術のこのような問題点を解消すべくなされたもので、熱容量が小さく、急速昇温、急速降温に適した熱処理装置であって、シリコンウェハのような被処理体への加熱の不均一性を改善した熱処理装置を実現することを目的としている。

さらに本発明の他の目的は、半導体製造装置などの熱処理装置において、温度管理が容易で、かつ、パーティクルの発生を効果的に防止することができる熱処理装置を実現することである。

【 0 0 1 2 】

【課題を解決するための手段】

第 1 の本発明は、上端が開口している加熱炉本体と、上端部が内部雰囲気を排気するための排気手段に接続される単一の管からなる反応管と、該反応管内部を気密に保持するための反応管下部蓋体と、該反応管内に収容される被処理基板支持部材により担持される被処理基板を加熱するための加熱手段を少なくとも備えた熱処理装置において、

該加熱手段が、前記反応管の周囲に配置されている第 1 の加熱手段と、前記反応管の上端狭径部周囲に配置されている第 2 の加熱手段と、前記反応管の直胴部

周辺上部に配置されている第3の加熱手段と、前記反応管の直胴部周辺下部に配置されている第4の加熱手段と、前記被処理基板を載置している支持部材の下部に配置されている第5の加熱手段を少なくとも備えていることを特徴とする熱処理装置である。

【0013】

前記第1の本発明において、前記反応管を圍繞するようにその周囲に配置されている前記第1の加熱手段は、複数の線状発熱素子、または線状発熱素子をU字状に屈曲させた複数の発熱素子を前記反応管の長手方向に平行に配置したものとすることができる。また、前記反応管の上端狭径部周囲に配置されている前記第2の加熱手段は、線状発熱素子をスパイラル状に捲回したものとすることができる。また、前記反応管の直胴部上部に配置されている前記第3の加熱手段は、線状発熱素子をつづら折り状に屈曲したものあるいはスパイラル状に捲回したものとすることができる。また、前記反応管の直胴部下部に配置されている前記第4の加熱手段は、線状発熱素子を、長手方向断面が扁平スパイラル状に捲回したものあるいはつづら折り状に屈曲したものとすることができる。また、前記被処理基板を支持する前記支持部材の下部に配置されている第5の加熱手段は、面状発熱体、または、線状発熱素子を前記被処理基板支持部材底板に平行する平面内に配置した発熱体、あるいは、発熱素子を前記支持部材の下部平面に沿って配置した複数の発熱体からなるものとすることができる。

【0014】

前記第1の本発明において、前記線状発熱素子は、抵抗発熱体をセラミック中空管状体中に封入して構成されたものとすることができる。さらに、前記面状発熱体が、抵抗発熱体をセラミック中空板状体の中に封入して構成されたものとすることができる。前記セラミックが、石英であることが好ましい。これによって、熱処理装置内に発熱素子材料に起因する不純物汚染をもたらすことなく加熱処理を行うことができる。

【0015】

また、前記第1の本発明において、複数の前記第2の加熱手段の内の少なくとも1つは、水平方向に移動可能に支持することが好ましい。これは、本発明の熱

処理装置において、組み立てあるいはメンテナンスのために、前記加熱炉内に前記反応管を収容もしくは撤去する際に、前記反応管の直胴部と排気ガス排出口との間に位置している上記第2の加熱手段が支障となるため、これを移動可能とすることによって、熱処理装置の分解・組み立てを容易にするためである。

【0016】

第2の本発明は、上端が開口している加熱炉本体と、上端部が内部雰囲気を排気するための排気手段に接続される単一の管からなる反応管と、該反応管内部を気密に保持するための反応管下部蓋体と、該反応管内に収容される被処理基板支持部材により担持される被処理基板を加熱するための加熱手段を少なくとも備えた熱処理装置において、

前記被処理基板支持部材が、天板と、底板と、該天板および該底板間を固着結合し、かつ被処理基板が担持されるように溝部が形成されている複数の支柱とを備え、該被処理基板支持部材の底板中央部にこの被処理基板支持部材を支持するための柱状体が固着されていることを特徴とする熱処理装置である。

【0017】

前記第2の本発明において、前記被処理基板支持部材を支持するための柱状体が、石英からなる中空の管とすることができる。これによって、製作が容易で、かつ、熱伝導の少ない被処理基板支持部材を得ることができる。この柱状体材料として石英を採用したのは、不純物汚染が少ないこと、および加工が容易であることの理由による。

【0018】

第3の本発明は、上端が開口している加熱炉本体と、上端部が内部雰囲気を排気するための排気手段に接続される単一の管からなる反応管と、該反応管内部を気密に保持するための反応管下部蓋体と、該反応管内に収容される被処理基板支持部材により担持される被処理基板を加熱するための加熱手段を少なくとも備えた熱処理装置において、

該熱処理装置が、複数の温度測定素子をセラミック中空管状体中に封止した温度測定手段を更に備えたものであることを特徴とする熱処理装置である。

【0019】

前記第 3 の本発明において、前記セラミック中空管状体は、石英チューブで形成することが好ましい。これによって温度測定素子に起因する不純物汚染を回避することができる。また、前記温度測定手段が、前記加熱手段が配置されている付近の温度を測定できるように、加熱手段の近辺に配置されていることが好ましい。

【 0 0 2 0 】

前記第 3 の本発明において、前記温度測定手段としては、前記反応管下部蓋体から該反応管内部に挿入され回転自在に上部に向かって延設された中空管状体中に封入された複数の温度測定素子からなるものであり、該中空管状体の長手方向の中間位置において主軸から垂直に枝分かれした分枝部を有し、該中空管状体の分枝部内部に温度測定素子が配置されているものとすることができる。前記中空管状体は、前記反応管下部蓋体に回転自在、かつ、着脱自在に支承されていることが好ましい。さらに、前記中空管状体が、その上端部において被処理基板支持部材の天板に着脱自在に固定支持されるように構成することが好ましい。これによって、熱処理装置の組み立て時、立ち上げ時、あるいは定常稼働時のような状況に適合した前記温度測定手段の配置とすることが可能になる。

【 0 0 2 1 】

また、前記第 3 の本発明において、該温度測定手段としては、内部に温度測定素子を内蔵した中空管状体であり、該中空管状体が、前記反応管下部フランジから前記反応管壁面に沿って上方に延設され、該反応管の上部付近で該反応管の中心部に向かって屈曲しているものとすることができる。前記中空管状体に内蔵される前記温度測定素子は、被処理基板支持部材に載置されている多数の被処理基板の上部位置、中間位置、および下部位置の温度を測定するようにその近辺の少なくとも 3 カ所に配置することが好ましい。

【 0 0 2 2 】

また、前記第 3 の本発明において、前記温度測定手段としては、前記加熱炉本体と前記反応管とで形成される間隙に配置された中空管状体であって、該中空管状体内部に複数の温度測定素子が配置されているものとすることができる。この温度測定手段においても、前記被処理基板支持部材に載置されている多数の被処

理基板の上部位置、中間位置、および下部位置の温度を測定するようにその近辺の少なくとも3カ所に配置することが好ましい。

【0023】

また、前記第3の本発明において、前記温度測定手段として、内部に温度測定素子を内蔵した中空管状体であり、該中空管状体が、前記反応管下部フランジから前記反応管壁面に沿って上方に延設され、該反応管の上部付近で該反応管の中心部に向かって屈曲している第2の温度測定手段と、前記加熱炉本体と前記反応管とで形成される間隙に配置された中空管状体であって、該中空管状体内部に複数の温度測定素子を有する第3の温度測定手段の2つを備えたものとするのが好ましい。これによって、本発明の熱処理装置を定常的に運用する際に精度および確度の高い熱処理装置内の温度測定を行うことができる。

また、前記第3の本発明において、前記温度測定手段として、前記反応管下部蓋体から挿入され回転自在に上部に向かって延設された中空管状体中に封入された複数の温度測定素子からなるものであり、該中空管状体の長手方向の中間位置において主軸から垂直に枝分かれした分枝部を有し、該中空管状体の分枝部内部に温度測定素子が配置されている第1の温度測定手段と、内部に温度測定素子を内蔵した中空管状体であり、該中空管状体が、前記反応管下部フランジから前記反応管壁面に沿って上方に延設され、該反応管の上部付近で該反応管の中心部に向かって屈曲している第2の温度測定手段と、前記加熱炉本体と前記反応管とで形成される間隙に配置された中空管状体であって、該中空管状体内部に複数の温度測定素子を有する第3の温度測定手段の3つを備えたものとするのが好ましい。これによって、特に本発明の熱処理装置の製造、あるいは立ち上げ時、もしくは、本発明の熱処理装置のメンテナンスや調整時に精度および確度の高い熱処理装置内の温度測定を行うことができる。

【0024】

第4の本発明は、上端が開口している加熱炉本体と、上端部が内部雰囲気を排気するための排気手段に接続される単一の管からなる反応管と、該反応管内部を気密に保持するための反応管下部蓋体と、該反応管内に収容される被処理基板支持部材により担持される被処理基板を加熱するための加熱手段を少なくとも備え

た熱処理装置において、

前記加熱炉本体と、前記反応管とで形成される間隙の上方および下方に配置された少なくとも2つの開孔を有し、この下方開孔から冷却用媒体を送入し、上方開孔から該冷却用媒体を排出して該反応管を冷却するようにしたことを特徴とする熱処理装置である。これによって、熱処理装置のスループットを向上させることができる。

【 0 0 2 5 】

第5の本発明は、上端が開口している加熱炉本体と、上端部が内部雰囲気を排気するための排気手段に接続される単一の管からなる反応管と、該反応管内部を気密に保持するための反応管下部蓋体と、該反応管内に収容される被処理基板支持部材により担持される被処理基板を加熱するための加熱手段を少なくとも備えた熱処理装置において、

該加熱手段が、前記反応管の周囲に配置されている第1の加熱手段と、前記反応管の上端狭径部周囲に配置されている第2の加熱手段と、前記反応管の直胴部周辺上部に配置されている第3の加熱手段と、前記反応管の直胴部周辺下部に配置されている第4の加熱手段と、前記被処理基板を載置している支持部材の下部に配置されている面状発熱体である第5の加熱手段とからなり、該温度測定手段が、内部に温度測定素子を内蔵した中空管状体であり、該中空管状体が、前記反応管下部フランジから前記反応管壁面に沿って上方に延設され、該反応管の上部付近で該反応管の中心部に向かって屈曲している第2の温度測定手段と、該加熱炉本体と該反応管とで形成される間隙に配置されている第3の温度測定手段を少なくとも備えたことを特徴とする熱処理装置である。

さらに、この熱処理装置において、温度測定手段として、前記反応管下部蓋体から挿入され回転自在に上部に向かって延設された中空管状体中に封入された複数の温度測定素子からなるものであり、該中空管状体の長手方向の中間位置において主軸から垂直に枝分かれした分枝部を有し、該中空管状体の分枝部内部に温度測定素子が配置されている第1の温度測定手段をさらに配置することもできる。

【 0 0 2 6 】

前記第 6 の本発明において、該排気配管接続部の周囲に温度制御手段が配置することができる。上記温度制御手段が、断熱材であるかもしくは抵抗加熱ヒータであることが好ましい。また、上記温度制御手段が、可撓性を有するものであるかしくは予め賦形されたものとすることができる。さらに、上記排気配管接続部と上記排気配管とが、該排気配管接続部の端部に形成されたフランジと、該排気配管端部に形成されたフランジと、その間に介在されたＯリングによって気密に衝合固定されていることが好ましい。さらに上記フランジが、その内部に温度制御のための流体流通孔が形成されたものとすることができる。

【 0 0 2 7 】

上記したように本発明は、反応管を従来の二重管ではなく、単管にすることによって熱容量を減少させて、昇降温が迅速に行えるようにすることを可能にしている。

また、反応管の上方に延出される排気配管接続部およびこれに接続される排気配管の温度を精度よく制御できるようにすることによって、排気配管接続部および排気配管に発生しやすいパーティクルの発生を効果的に防止することができるようにするものである。さらに、排気配管接続部を屈曲させることによって、反応管の放射熱によって排気配管接続部および排気配管への熱放射を防止し、これらの温度制御を容易にすることができるようにするものである。

また、反応管から延出される排気配管接続部の頸部に温度制御手段を設けることによって、被処理体の面内の温度均一性を改善し、基板の温度不均一に起因する欠陥発生を防止するものである。

【 0 0 2 8 】

【発明の実施の形態】

以下図面を用いて本発明の熱処理装置の実施の形態を説明する。

【 0 0 2 9 】

〔第 1 の実施の形態〕

図 1 が、本発明の第 1 の実施の形態に係る熱処理装置の概略断面図である。本実施の形態の熱処理装置は、上端が開孔している加熱炉本体 1 と、この加熱炉本

体の上部に配置され、反応管 3 上部から延出する反応管の狭径化部が挿通可能なように開孔を有する加熱炉蓋体 2 と、この加熱炉本体 1 の内部にその主要部が配設されている反応管 3 と、この反応管 3 の底部開口部に接してこの反応管内部を気密に保持するための反応管下部蓋体 4 と、この反応管 3 の内部に配置される被処理基板支持部材 8 に担持されるシリコンウェハなどの被処理基板 W を加熱するための加熱手段 7 を備えている。

以下、これら各部について詳細に説明する。

【 0 0 3 0 】

本実施の形態の熱処理装置において、加熱炉本体 1 の上端は開口しており、この加熱炉本体 1 上端開口部には加熱炉本体蓋体 2 が覆設されている。そして、反応管 3 上端部は、突出して排気配管接続部が形成されている。そのため、反応管 3 をこの加熱炉本体 1 内部に配設した後、この加熱炉本体蓋体 2 を、この排気配管接続部が貫通して、加熱炉本体 1 を覆設できるように、加熱炉本体蓋体 2 の中央部には、開口部が設けられている。このために、加熱炉本体蓋体 2 は、複数に分割され、これらを組み合わせて加熱炉本体蓋体 2 を構成することが、望ましい。

また、前記加熱炉本体 1 の内壁面には筒状の熱反射体が設けられていることが望ましい。この熱反射体は例えばアルミニウムからなり、内面が鏡面として形成されていて後述の加熱手段からの輻射熱の放熱を抑えている。この熱反射体の内部には冷媒流路である例えば冷却水路がコイル状に形成されている。なお冷媒流路としては細い水路の代りに広い部屋として形成するようにしてもよい。

【 0 0 3 1 】

(反応管)

上記加熱炉本体内に配置されている上記反応管 3 は、石英ガラスや炭化ケイ素などのセラミックからなる単管式の反応管であり、その構造は、底部開口部から、被処理基板支持部材を囲繞する反応管直胴部 3 a を経て、上端部で径が細くなって狭径化部 3 b を形成し、その上部でおおよそ 90° 屈曲して屈曲部 3 c を形成性し、さらに前記反応管 3 の直径方向に延出して、反応ガスなどを排出するための排気ガス排出口 6 となっている。また、該反応管の下部には、反応管下部フ

ランジ 3 d が反応管下部蓋体との気密性を確保するように形成されている。そして、この反応管下部フランジ 3 d には、少なくとも 1 本の反応ガス導入管 5 が配設されており、この反応ガス導入管 5 から半導体ウェハなどの被処理基板処理用の反応ガスが供給されるようになっている。

【0032】

また、この反応管 3 下部には、ステンレススチールなどでできているマニホールを配設することもできる。この場合、反応管 3 下部開孔面と、このマニホールとはＯリングなどの手段で気密に接続する。また、上記反応ガス導入管は、このマニホールの側面に挿設することもできる。また、マニホール下部には、Ｏリングを介して反応管下部蓋体 4 を接続して、反応管内を気密に保持することができる。

【0033】

(被処理基板支持部材)

この反応管 3 の内部には、複数、例えば 126 枚程度の半導体ウェハなどの被処理基板 W を垂直方向に等ピッチで配列保持する石英などのセラミックス製のウェハポートなどと呼ばれている被処理基板支持部材 8 が配置されている。このウェハポートは、天板 8 a、底板 8 c、およびこの天板 8 a と底板 8 c とを固着接合するための複数の支柱 8 b と、この底板の中央部に固着された支持体 8 d とからなっている。そして、この支柱 8 b には、被処理基板を水平に保持するための溝が形成されており、この溝に被処理基板 W の周縁部が支承されるようになっている。

そして、この支持体 8 d が、回転駆動装置 10 の回転軸に、反応管下部蓋体 4 の中央部に配設された磁性流体シールのようなシーリング装置 11 を貫通して接続され、この被処理基板支持部材 8 が、熱処理工程において回転運動できるようになっている。

また、この被処理基板支持部材 8、反応管下部蓋体 4、シーリング装置 11、回転駆動装置 10 が、図示しない上下に昇降自在な昇降機構に接続され、被処理基板支持部材 8 を反応管 3 から外部に取り出すことができるようになっており、この位置において、被処理基板支持部材 8 に、被処理基板 W を移載可能になって

いる。

【 0 0 3 4 】

(加熱手段)

前記加熱手段 7 は、前記反応管 3 の直胴部 3 a の周囲に配置される第 1 の加熱手段 7 a と、前記反応管 3 の狭径化部 3 b 周囲に配置される第 2 の加熱手段 7 b と、前記反応管 3 の直胴部上部に配置される第 3 の加熱手段 7 c と、前記反応管 3 の直胴部下部に配置される加熱手段 7 d と、前記反応管 3 内部の被処理基板支持部材 8 の下部に配置される第 5 の加熱手段からなっている。以下各加熱手段について詳述する。

【 0 0 3 5 】

(加熱手段 1)

第 1 の加熱手段は、線状発熱素子 7 a を前記反応管 3 の直胴部 3 a を囲繞するようにその周囲に前記反応管 3 の長手方向に沿って複数本配置したもので、具体的には、数センチオーダの間隔で、多数配置されている。この線状発熱素子 7 a は、前記反応管 3 の長手方向に直線上に配置しても良いし、U 字状に屈曲させた線状発熱素子を複数、前記反応管 3 を囲繞するように配置しても良い。

この線状発熱素子 7 a は、高純度の線状の可撓性のある抵抗発熱体、例えば線径 10 μ m 前後のカーボンファイバの束を複数用いて編み込むことによって形成されカーボンワイヤを、直管状の石英チューブのような外径十数 mm のセラミックチューブ内に配置し、セラミックチューブの端部を、外部への電力供給用の端子が接続できるように封止して構成したものである。

このような線状発熱素子は、熱容量が小さいため、動的な温度特性に優れており、急速昇降温が可能でかつその制御も容易であるという特徴を有している。

【 0 0 3 6 】

この第 1 の加熱手段は、図示しない制御装置によって制御されて電力が供給され、駆動される。この際に、この第 1 の加熱手段のすべてに同一の電力を供給して制御しても良いし、この第 1 の加熱手段を複数のグループに分け、それぞれのグループに異なる電力を供給して複数のグループに分けて発熱量を制御することもできる。

また、これらの複数の第 1 の加熱手段を直列に接続し、電源装置に接続して駆動しても良いし、並列に接続して駆動しても良い。

【 0 0 3 7 】

(加熱手段 2)

第 2 の加熱手段は、図 1 において、符号 7 b で示される部材である。この第 2 の加熱手段は、反応管 3 の直胴部 3 a 上部の狭径化部 3 b の周囲に配置されており、その構造は、図 2 に見られるように、線状発熱素子をスパイラル状に巻回した構造とすることができる。これによって、単位体積あたりの発熱量を上昇させることができる。

【 0 0 3 8 】

この第 2 の加熱手段 7 b は、前記反応管 3 の狭径化部 3 b の周囲に複数本本配置され、被処理基板支持部材 8 の最上位に位置している被処理基板 W の中心部を加熱するようになっている。この被処理基板支持部材 8 の最上位に位置する被処理基板 W の中心部上部は、反応管 3 内のガスが排気される排気ガス排出口 6 に近く、また、前記第 1 の加熱手段 7 a から最も遠い部分に位置しており、温度低下が発生しやすい場所となっている。そこで、このスパイラル状の加熱手段 7 b を配置して、この被処理基板支持部材 8 の最上位に位置する被処理基板 W の中心部を加熱して、被処理基板の面内温度の不均一性を解消しようとするものである。

そして、このスパイラル状発熱素子に接続されている端子は、加熱炉本体 1 から取り出されて、図示しない制御装置からの電力供給で加熱できるようになっている。

【 0 0 3 9 】

このスパイラル状加熱素子 7 b は、上記第 1 の加熱手段の線状発熱素子と同様に、例えば、石英のような電気絶縁性及び耐熱性を有する材料でチューブ状に成形され、その内部に抵抗発熱体であるカーボンワイヤが配置されている。これらの材質は、石英あるいはカーボンに限定されず同等の機能を有する材料を用いることが可能である。

このスパイラル状加熱素子は、反応管 3 の狭径化部 3 b の周囲に 4 つ配置することが好ましく、その内の少なくとも 1 つは、水平方向に移動可能となっており

、この熱処理装置の組み立てあるいはメンテナンスなどの分解時の作業に支障が生じないようにすることが望ましい。

【 0 0 4 0 】

(加熱手段 3)

この第 3 の加熱手段は、図 1 において、符号 7 c で示される部材である。この加熱手段は、前記反応管 3 直胴部 3 a の上部に、これを囲繞するように複数配置されており、その形状は、図 3 に示すように、線状発熱素子をつづら折り状に屈曲させた形状、または、図 2 に示すようにスパイラル状に捲回した形状とすることができる。図 3 において、3 1 が、線状発熱素子であり、その端部に、2 つの電力供給端子 3 2 が接続されている。この第 3 の加熱手段は、上記第 1 および第 2 の加熱手段の線状発熱素子と同様、石英チューブに収容されたカーボンワイヤヒータで構成したものが好ましい。

この第 3 の加熱手段を配置することによって、反応管 3 の上部における加熱の均一性を改善することができる。

【 0 0 4 1 】

(加熱手段 4)

この第 4 の加熱手段は、図 1 において、符号 7 d で示される部材である。この加熱手段は、前記反応管 3 の直胴部 3 a の下部にこれを囲繞するように複数配置されており、その形状は、図 4 に示すように、上記第 1 ないし第 3 加熱手段で説明した線状発熱素子と同様の線状加熱素子を扁平スパイラル状に捲回したもの、または、図 3 に示すようにつづら折り状に屈曲させたものとすることができる。

この第 3 の加熱手段を配置することによって、反応管 3 下部から熱が散逸し、被処理基板支持部材 8 の最下部に位置している被処理基板 W の温度の低下を防止するものである。従って、この加熱手段 7 d は、前記被処理基板支持部材 8 の底板より下部に配置することが好ましい。

この形状や、配置数については、反応管内の熱計算に基づいて適宜設計することができる。

【 0 0 4 2 】

(加熱手段 5)

第5の加熱手段は、図1において、符号7eで示される部材である。この加熱手段は、前記反応管3内に配置されている被処理基板支持部材8の下部底板から、下方に向かって熱が散逸し被処理基板支持部材8の下部において温度低下が生ずるのを防止するため、配置されるものである。そのためにこの第5の加熱手段7eは、円盤状の面状発熱体、あるいは発熱素子を被処理基板支持部材底部平面に沿って配置した複数の発熱体からなるものであり、その中央部には開口部を有しており、その内部に上記被処理基板支持部材8を支持する柱状体8dが挿通されるようになっている。

【0043】

この第5の加熱手段である面状発熱体は、例えば膜状抵抗発熱体を円盤状に形成したものであっても良いし、線状抵抗発熱体を平面上に密に配置してあたかも平面が均一に発熱するようにしたものであっても良い。線状抵抗発熱体を用いる場合には、金属不純物の少ない線状の抵抗発熱体をセラミック例えば石英の中に封入されて構成されるものであり、この例では例えば厚さ8mm程度の石英製の円板状体（石英プレート）中に高純度の炭素素材よりなるカーボンワイヤなどの発熱線を渦巻状、あるいはつづら折り状に配置して構成することができる。また互に隣り合う発熱線の間には石英を介在させてもよく、この場合石英よりなる渦巻状の区画壁の間に発熱線が配線されることになる。面状発熱体は、保温効果を大きくするために被処理基板Wと同じかそれよりも大きいサイズであることが好ましい。

また、上記複数の発熱体を用いて第5の加熱手段とする場合には、ブロック状発熱体などのような任意の形状の発熱体を被処理基板支持部材底部平面に沿って複数の発熱体を、加熱した温度が均一になるように配置することによって実現することができる。

【0044】

上記面上発熱体を用いる場合には、面状発熱体の周縁部の下面側には例えば周方向に3等分した部位に石英よりなる支柱が設けられ、これら支柱は反応管下部蓋体に固定されている。

そして3本の支柱のうちの1本の支柱は管状体により構成されており、ヒータ

線の両端部が例えば面状発熱体の周縁部の一ヶ所に寄せられ、このヒータ線に接続された一对の給電部材、例えば前記ヒータ線と同じ材質の給電線を細い石英管の中に通し、更にこの石英管を管状体（支柱）の中を通すことにより、前記給電線が蓋体の外に配線されている。従ってこの給電線に外部の電源部を接続することによりヒータ線が発熱することになる。なお残りの2本の支柱は管状体であってもロッド体であってもよく、蓋体の上面に支持される。

【0045】

また、上記面状発熱体である第5の加熱手段の下部には、間隙を介してこの面状発熱体7eと平行して、これも中央に開口部を有する熱反射体12を配置することが好ましい。この熱反射体12は、上記面状発熱体が発する熱を反射して下方に散逸しないようにしている。また、この熱反射体は、1枚であっても良いし複数枚であっても良い。面状発熱体とこの熱反射体は、ほぼ同形状とすることが好ましい。この面状発熱体と熱反射体とは、図1に見られるように反応管下部蓋体4に固着されている。

この熱反射体は、例えば、不透明石英や、炭化珪素などで構成することができる。

【0046】

上記本実施の形態における5種の加熱手段は、それぞれの発熱量を制御して、反応管内の温度分布を均一化するために、図示しない制御装置によって個別に制御され適切な電力供給がなされるようになっている。

【0047】

上述の加熱手段によれば、温度管理が容易で、かつ、パーティクルの発生を効果的に防止することができるのみならず、熱容量が小さいため、急速昇温、急速降温に適しており、シリコンウェハのような被処理体への加熱の不均一性を格段に改善することができる。

【0048】

本実施の形態においては、5種類の加熱手段によって反応管内に配置される被処理基板Wの加熱を行うことを示したが、これらは、協同して被処理基板Wの面内温度分布を可能な限り均一にするために採用されているもので、さらに加熱炉

本体内の容積による制限が許す限り他の加熱手段を併用することは差し支えない。

【 0 0 4 9 】

[第 2 の実施の形態]

本実施の形態は、前述の第 1 の実施の形態の熱処理装置に加えて、被処理基板の熱処理温度を計測するために、温度測定手段を設けるものである。この温度測定手段を設けた熱処理装置の概略を図 5 に示す。図 5 に見られるように、この実施の形態においては、3 つの温度測定手段を配設する例を示す。図 5 において、図 1 と同一の機能を有する部材については、同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

以下、本実施の形態において特徴的な温度測定手段を中心に説明する。

【 0 0 5 0 】

(第 1 の温度測定手段)

図 5 の 9 a が、第 1 の温度測定手段である。この温度測定手段は、直線状の中空管状体からなる主軸部と、その中空管状体主軸部の中間位置において、この中空管状体に垂直方向に中空管状体が枝分かれして分枝部を形成する構造をしている。そして、この中空管状体の内部、すなわち、分枝部に熱電対のような公知の温度計測素子が封入されている。この温度計測素子は、複数の位置の温度を同時に測定できるように複数の素子が封入されていることが好ましい。この中空管状体は、例えば炭化珪素や石英チューブのようなセラミック中空体から形成されている。

【 0 0 5 1 】

この温度測定手段 9 a は、反応管下部蓋体 4 の平面に垂直に配置されており、この平面に垂直な軸を中心として回転できるように反応管下部蓋体 4 に形成された気密を維持するようになっている開孔に挿入されている。すなわち、反応管 3 内を上部から見た断面図である図 6 に見られるように、温度測定手段 9 a の分枝部は、

その先端部が被処理体基板支持部材の天板 8 a の中心部付近に位置する配置（位

置 A) と、その先端部が、被処理体基板支持部材の天板の外部に位置する配置 (位置 B) の間で回転可能となっている。そして、この温度測定手段が位置 A に配置されている際に、この温度測定手段 9 a の分枝部に複数配置されている温度測定素子によって被処理基板の表面複数の位置の温度を測定することができ、面内温度分布を観測できる。また、この温度測定手段の分枝部を、B の位置に移動させることによって、被処理基板の周縁部の温度を計測することができるようになっている。

【 0 0 5 2 】

この温度測定手段において、主軸部から枝分かれする分枝部を、複数備えることが温度測定の精度向上のためには好ましく、少なくとも、複数枚配置されている被処理基板 W の上部間隙、中間間隙および下部間隙の 3 カ所に配置することが望ましい。

【 0 0 5 3 】

また、この温度測定手段 9 a は、反応管下部蓋体 4 に形成された開孔から反応管内部に脱着自在に配設されている。これは、この熱処理装置の立ち上げ時に、熱処理装置の加熱特性を評価する際に、被加熱対である被処理基板の表面温度を測定する必要があり、このために主としてこの温度測定手段 9 a が用いられ、定常的な熱処理装置稼働時には、この温度測定手段を用いる必要性が少ないことから、定常的な熱処理装置稼働時に、この温度測定手段を、熱処理工程の障害にならないように熱処理装置外に取り出すことができるようにするためである。

【 0 0 5 4 】

さらに、前記中空管状体 9 a が、その上端部において被処理基板支持部材の上端部板状体である天板 8 a によって着脱自在に固着支持されるように構成することが好ましい。これによって、この中空管状体が熱処理装置稼働中に振動することなく、安定して温度測定を行うことができるようになる。

【 0 0 5 5 】

(第 2 の温度測定手段)

第 2 の温度測定手段は、図 5 において符号 9 b で示される部材である。この温度測定手段は、前記第 1 の温度測定手段と同様に、炭化珪素や石英チューブのよ

うなセラミック中空体の内部に熱電対のような温度計測素子を封入したものである。この温度測定手段は、該中空管状体 9 b が、前記反応管下部フランジ 3 d から前記反応管 3 壁面に沿って上方に延設され、該反応管 3 の上部付近で該反応管 3 の中心部に向かって屈曲している構造とすることができる。そして、この中空管状体 9 b の複数の位置に温度計測素子を封入しておくことができる。この温度測定手段 9 b は、この熱処理装置の定常的に稼働時に作動させて、被処理基板付近の温度を計測し、熱処理装置の定常的な運転状況を把握するために主として用いられる。

【 0 0 5 6 】

(第 3 の温度測定手段)

第 3 の温度測定手段は、図 5 において、符号 9 c で示される部材である。この温度測定手段も前記温度測定手段 1 および 2 と同様にセラミック中空管状体の内部に温度計測素子を封入したものであり、加熱炉本体 1 と、反応管 3 とで形成される空隙に反応管長手方向に平行に配置される。そして、この温度測定手段 9 c の中空管状体の内部には複数の温度計測素子が配置され、精度の良い温度計測を可能にしている。この温度測定手段は、この熱処理装置の定常稼働時において作動させ、反応管周辺の温度を計測し、熱処理装置の運転状況を把握するのに使用される。

【 0 0 5 7 】

本実施の形態においては、前述の第 1 の実施の形態の装置に、さらに、温度測定手段を配置して、精度の良い温度計測を行い、熱処理装置の運転条件の把握を可能にするものである。そして、この温度測定手段によって計測された反応管 3 内部、特に被処理基板 W の温度分布の情報に基づいて、前記加熱手段の制御を行い、被処理基板 W の温度の均一化が図られる。

上記第 2 の実施の形態においては、3 つの温度測定手段を示したが、これらは少なくともいずれか 1 つを採用することが好ましく、3 つを完備することが最も好ましい。さらに、熱処理装置の稼働を妨げない範囲で、付加的な温度測定手段を配置すること可能である。

【 0 0 5 8 】

[第 3 の実施の形態]

本実施の形態は、上記第 1 の実施の形態の熱処理装置に加えて、反応管 3 を強制的に冷却するための冷却機構を備えるものである。この冷却機構を設けた熱処理装置の概略を図 7 に示す。図 7 において、図 1 と同一の機能を有する部材については、同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

以下、本実施の形態において特徴的な冷却機構を中心に説明する。

【 0 0 5 9 】

この冷却機構は、図 7 に見られるように、加熱炉本体 1 の壁体下部に形成された冷却媒体供給口 1 3 と、これに接続された図示しない冷却媒体供給装置からなる冷却媒体供給系と、前記加熱炉本体蓋体 2 に形成された冷却媒体排出口 1 4 からなっている。

そして、冷却媒体供給装置から例えば冷却空気のような媒体をポンプのような圧送装置を用いて冷却媒体供給口 1 3 から加熱炉本体 1 内に圧入し、反応管 3 を強制的に冷却するものである。この冷却媒体供給口 1 3 は、少なくとも 1 つ備えていることが好ましく、更には、反応管の周囲を均一に冷却できるように複数備えていることが望ましい。

この冷却機構によって、熱処理装置の冷却時間を短縮し、熱処理装置稼働のスループットを向上させることができる。

【 0 0 6 0 】

[第 4 の実施の形態]

第 4 の実施の形態は、上記第 1 の実施の形態における熱処理装置 7 に加えて、上記第 2 の実施の形態において説明した温度測定手段 8、上記第 3 の実施の形態において説明した冷却機構 1 3、1 4、および、後述する反応管 3 上部の排気ガス排出口 6 と排気配管 1 6 との接続部付近の温度を制御するための温度制御手段 1 5 を備えた熱処理装置である。

本実施の形態の熱処理装置の概略図を、図 8 に示す。図 8 において、図 1、図 5、図 7 と同等の部材には同一の符号を付し、その詳細な説明を省略する。

以下本実施の形態において特徴的な排気ガス排出口と排気配管との接続部付近の温度制御手段を中心に本実施の形態を説明する。

【 0 0 6 1 】

本実施の形態の熱処理装置は、前述したように、加熱炉本体 1 内に、5 種の加熱手段 7 と、3 種の温度測定手段 9 と、冷却機構 1 3, 1 4 を備えている。このような装置において、反応管 3 上部の狭径化部 3 b から屈曲部 3 c、さらに排気ガス排出口 6 の部分は、加熱炉本体 1 から突出して形成されており、この部分の温度は、加熱炉本体の内部温度より低い温度となっている。そして、この領域の温度が比較的低温になると、反応管 3 に供給された反応ガス、あるいは、反応管において生成した生成ガスが、この領域において冷却され、これらの物質の固化析出物などが反応管 3 の屈曲部 3 c などに析出し不純物膜を生成してしまう。この所望しない膜が成長すると、次第に剥離しやすくなり、熱応力などによりこれが剥離すると、剥離した析出物はパーティクルとなって、反応管 3 内部に落下し、シリコンウェハなどの被処理基板 W を汚染することになる。これを回避するために、これらの反応管 3 の上部領域の温度を制御しパーティクル汚染の原因となる析出物の生成を防止することが重要である。そのため本実施の形態においては、反応管 3 上部の領域の温度を制御する手段を設けている。

【 0 0 6 2 】

本発明において、排気ガス排出口 6 と排気配管 1 6 との接続部に近接して配置される温度制御手段 1 5 としては、断熱材もしくは抵抗加熱ヒータを使用することができる。特に、温度制御手段として、抵抗加熱ヒータを使用することが保温効果を上げるために好ましい。また、抵抗加熱装置によって排気配管接続部の温度を、ウェハ処理温度（プロセス温度）と同一温度とすることが好ましく、これによって反応管上部位置に設置されたウェハの温度均一性を大幅に向上させることができる。また、通常被処理基板支持部材の最上段に配置され、ウェハの温度の均一性を図っているダミーウェハを削減でき、これによって、加熱手段の高さも低くできる。

図 9 においては、この温度制御手段 1 5 を複数に分割して構成した例を示しているが、これは一体化されたものであっても差し支えない。

【 0 0 6 3 】

この抵抗加熱装置としては不純物を含有することの少ないカーボンワイヤ製の

加熱装置が好ましい。また、この加熱装置は、可撓性の加熱装置を用いて複雑な形状をしている排気配管接続部 6 に捲回してもよいし、この排気配管接続部 6 の形状に適合するように予め賦形された加熱装置を用いてもよい。

可撓性の加熱装置としては、カーボンファイバを複数本束ねて編成し、ワイヤ状に構成した加熱装置本体の両端に金属端子を取り付けたものを用いることができる。このような可撓性の加熱装置は、上記反応管上部の排気配管接続部に捲回して加熱に用いることができる。

また、予め賦形された加熱装置としては、該カーボンワイヤを所定形状に成形し、これを 2 枚の石英ガラス板の間に挟着し石英ガラスを加熱融着して所要形状に成形したものをを用いることができる。この石英ガラスによって封止した加熱装置は、不純物汚染の可能性が極めて低いため本発明において好適に使用できる。

いずれの場合においても、不純物による汚染を避けるためには、かかる温度制御手段の配設が簡単に行えるような装置設計を行うことが望ましい。

【 0 0 6 4 】

図 8 に示すように、上記排気配管接続部 6 の端部開口部は、前記反応管の側面方向に向かって約 9 0 度の角度で屈曲していることが好ましい。これは、排気配管接続部と排気配管とが接続されている部分において、反応管本体より温度が低下していると、この部分で排気ガス中に残留している反応ガスや生成ガスが冷却され、固化して、不純物膜を形成し、これが剥離してパーティクルが発生しやすい。そして、この排気配管接続部 9 が被処理体ボートの直上部に形成されていると、この接続部分において発生したパーティクルは、直接被処理基板支持部材上に直接落下し、シリコンウェハの汚染を招くことになる。従って、たとえ排気配管接続部と排気配管との接続部分においてパーティクルが発生したとしても、直接被処理基板支持部材に落下しないように、排気配管接続部の形状を屈曲させることが望ましい。

さらに、排気配管接続部 6 を、屈曲させることによって、反応管を加熱している加熱手段 4 からの放射熱が、排気配管接続部端部および排気配管端部に形成されているフランジ 1 7 および排気配管 1 6 に直接照射することがないため、これらの部材の温度制御が容易になる。そのためには、排気配管接続部 6 の端部は、

反応管の側壁面の延長線付近まで、延出していることが望ましい。

【0065】

この排気ガス排出口6と排気配管16との接続部には、反応管3内部の雰囲気
を排気するための排気配管16が接続されているが、この接続部の詳細を図9に
示す。

すなわち、排気ガス排出口6の端部には、フランジ17aが形成されており、
このフランジ17aに、排気配管16側のフランジ17bが、フッ素樹脂系など
のエラストマーでできているOリング18を介して気密を保持するように衝合固
定されている。

このエラストマーの耐熱温度は、通常高々300℃程度であり、これより高温
に加熱されると劣化を起こして気密保持性が低下するため、このエラストマーに近
接する部分の温度を制御する必要がある。そのために、このフランジ17bには
、温度制御のための流体通路19を形成することによって、冷却水のような温度
制御用の流体を通過させ、フランジ部の温度を最適に制御できるようにすること
が好ましい。また、排気配管7側のフランジ17bの側壁部に沿って抵抗加熱ヒ
ータのような温度制御手段8cを配置することによって、さらに温度分布を精度
よく制御することができる。

【0066】

そして、この排気ガス排出口6の端部に接続される排気配管16には、図示し
ない真空ポンプ等の吸引手段が接続され、これによって反応管3内が真空引きさ
れると共に、残存反応ガスや生成ガスなどのプロセスチューブ内の排気を行える
ように構成されている。

この排気配管16の周囲にも温度制御手段15を配設することによって、さら
に精度の高い温度制御を可能にすることができる。この温度制御手段15として
は、電気加熱ヒータが、制御が容易であることから望ましい。この排気配管16
の温度としては、150～300℃の範囲に制御される。さらに好ましい排気配
管の温度は、200℃である。これによって、反応管3からの排気が、通過して
も、排気配管16中に、不要な析出物である不純物膜を生じることなく排気を行
うことができる。

この排気配管 1 6 から排出される排気ガスは、排気配管に接続される図示しない冷却フィンなどを有するトラップによって、冷却することにより、反応管 3 から排気される残留反応ガスや生成ガスなどを固化して捕捉することができる。このトラップは、排気配管端部のフランジと、この排気配管に接続される真空ポンプの間に配設されることが好ましい。

【 0 0 6 7 】

上述のように、本実施の形態の加熱手段には、排気配管接続部 6 の温度を制御するための手段 8 a、8 b、排気配管 7 側のフランジ 1 7 b に埋め込まれた温度制御用流体の流通孔 1 9、排気配管 7 側のフランジ 1 7 b 側壁部に配置された温度制御手段 8 c、および排気配管 7 に沿って配設された温度制御手段 1 5 によって、その温度が制御され、これらの部材付近において不要な固体析出物である不純物膜が生成されることによって生じるパーティクルの発生を効果的に防止することができる。

【 0 0 6 8 】

以上に説明した本発明の実施の形態においては、被処理基板としてシリコンウェハの例を取って説明したが、被処理体としてはシリコンウェハに限らず、LCD 基板、ガラス基板にも適用できることはもちろんである。

【 0 0 6 9 】

【発明の効果】

本発明によれば、加熱処理装置において、加熱炉の熱容量が小さいため、昇降温速度が速く、スループットに優れている装置を実現することができた。さらに、加熱処理装置を構成する各部の温度制御が容易になり、パーティクル発生のおそれの少ない熱処理装置を実現することができた。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の 1 実施の形態に係る熱処理装置の概略断面図。

【図 2】 第 1 の実施の形態の熱処理装置で用いるスパイラル状発熱体を示

す概略図。

【図 3】 第 1 の実施の形態の熱処理装置で用いるつづら折り状発熱体を示す概略斜視図。

【図 4】 第 1 の実施の形態の熱処理装置で用いる扁平スパイラル状発熱体を示す概略図。

【図 5】 本発明の第 2 の実施の形態に係る熱処理装置の概略断面図。

【図 6】 本発明の第 2 の実施の形態における温度測定素子の移動について説明するための熱処理装置の要部概略断面図。

【図 7】 本発明の第 3 の実施の形態に係る熱処理装置の概略断面図。

【図 8】 本発明の第 4 の実施の形態に係る熱処理装置の概略断面図。

【図 9】 本発明の第 4 の実施の形態に係る熱処理装置の要部概略断面図。

【図 1 0】 従来の熱処理装置の概略断面図。

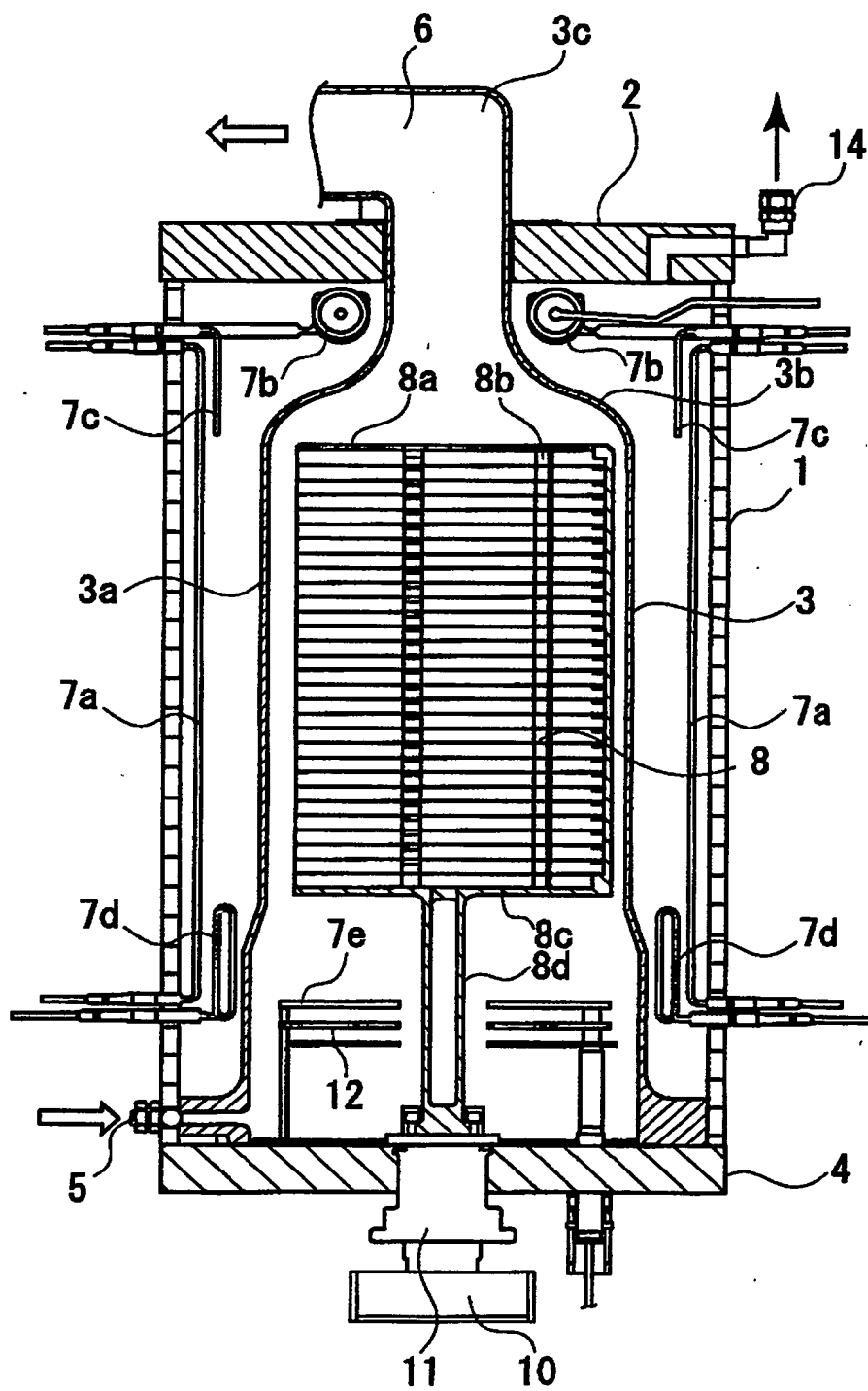
【符号の説明】

- W . . . 被処理基板
- 1 . . . 加熱炉本体
- 2 . . . 加熱炉本体蓋体
- 3 . . . 反応管
- 3 d . . . 反応管下部フランジ
- 4 . . . 加熱手段
- 5 . . . 反応ガス導入口
- 6 . . . 排気ガス排気口
- 7 . . . 加熱手段
- 8 . . . 被処理基板支持部材
- 9 . . . 温度測定手段
- 1 0 . . . 回転駆動装置
- 1 1 . . . シーリング装置
- 1 2 . . . 熱反射体
- 1 3 . . . 冷却媒体供給口
- 1 4 . . . 冷却媒体排出口

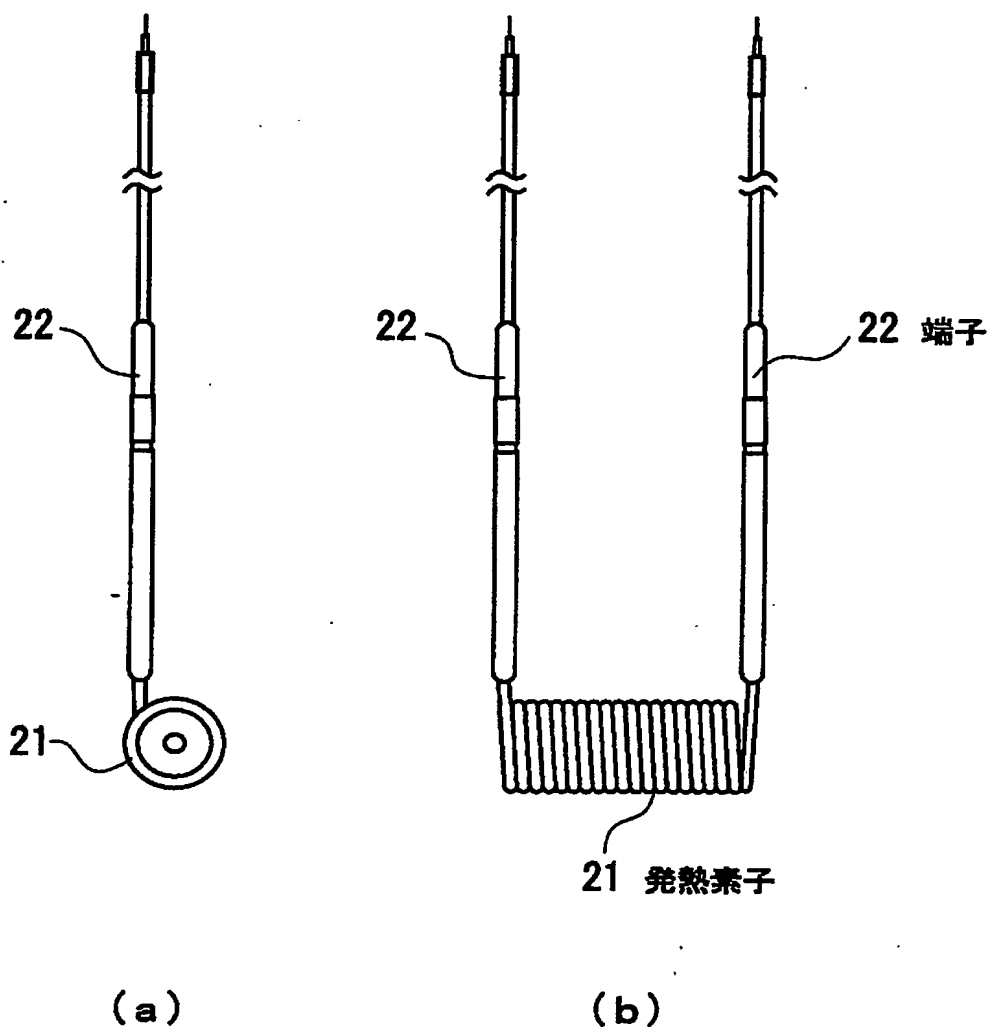
- 1 5 . . . 温度制御手段
- 1 6 . . . 排気配管
- 1 7 . . . フランジ
- 1 8 . . . オリング
- 1 9 . . . 温度制御用流体流通孔

【書類名】 図面

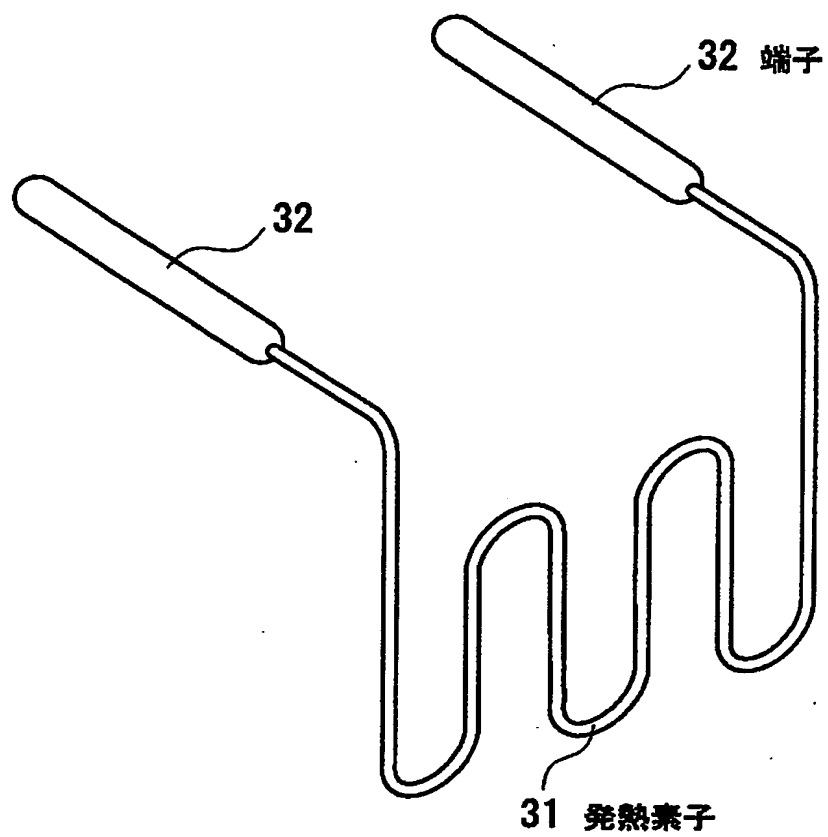
【図 1】



【図 2】

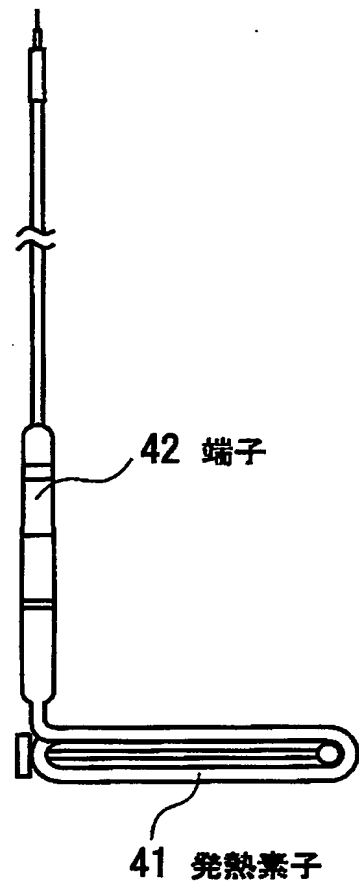


【図3】

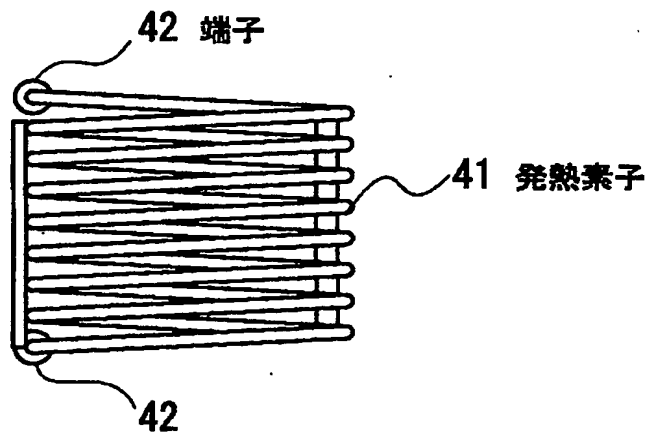


【図4】

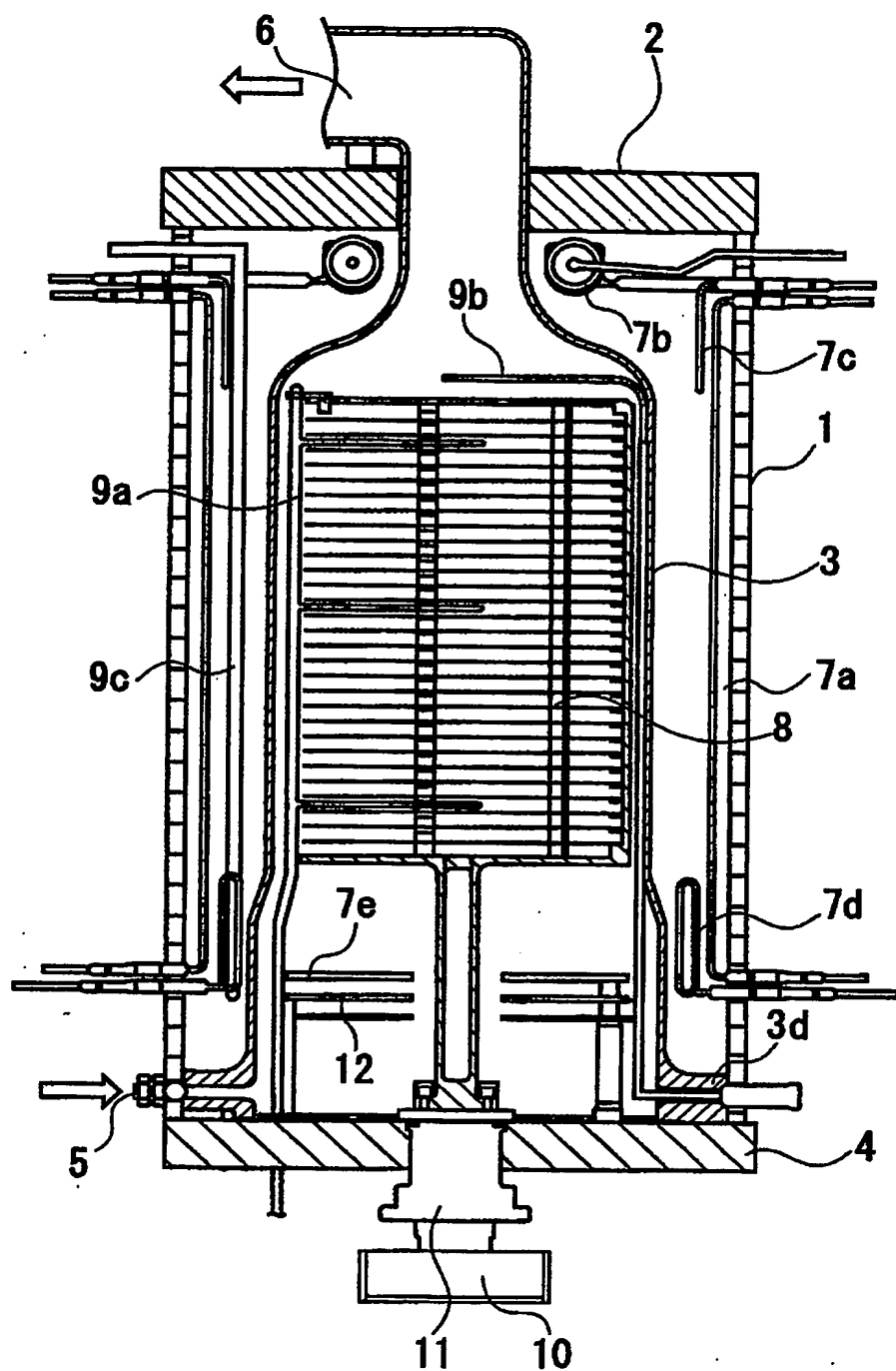
(a)



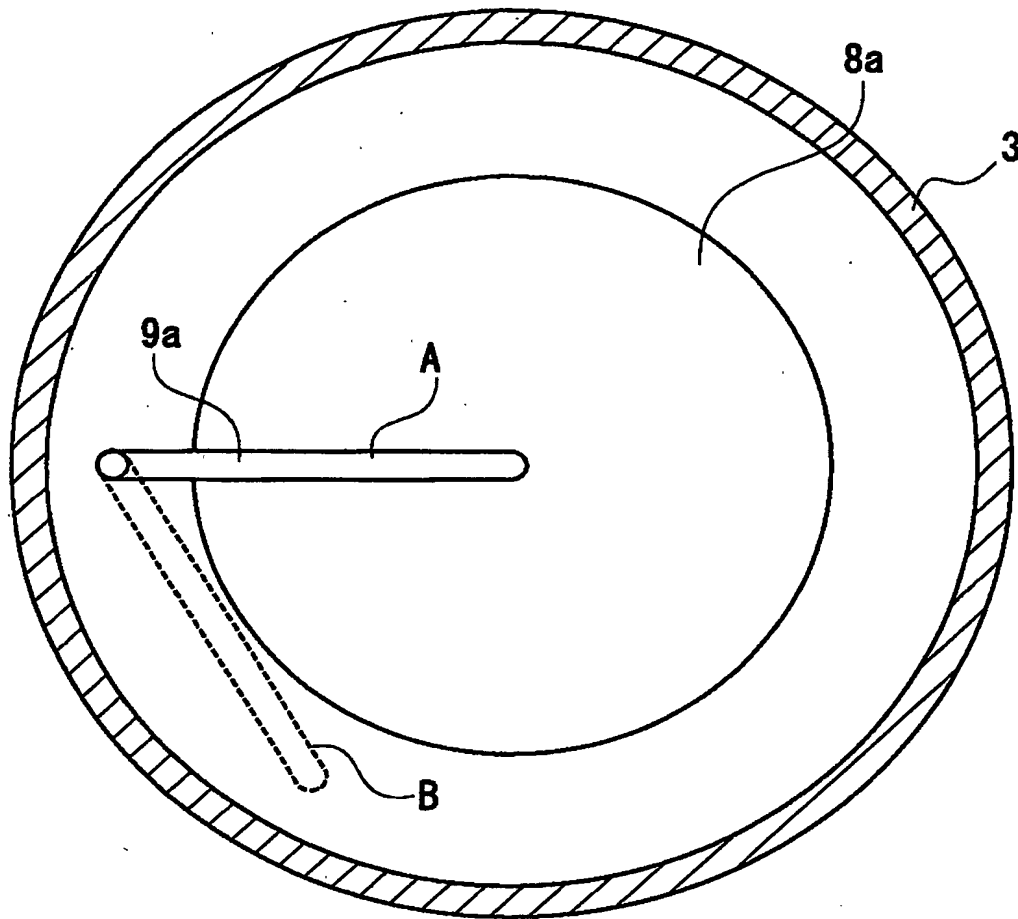
(b)



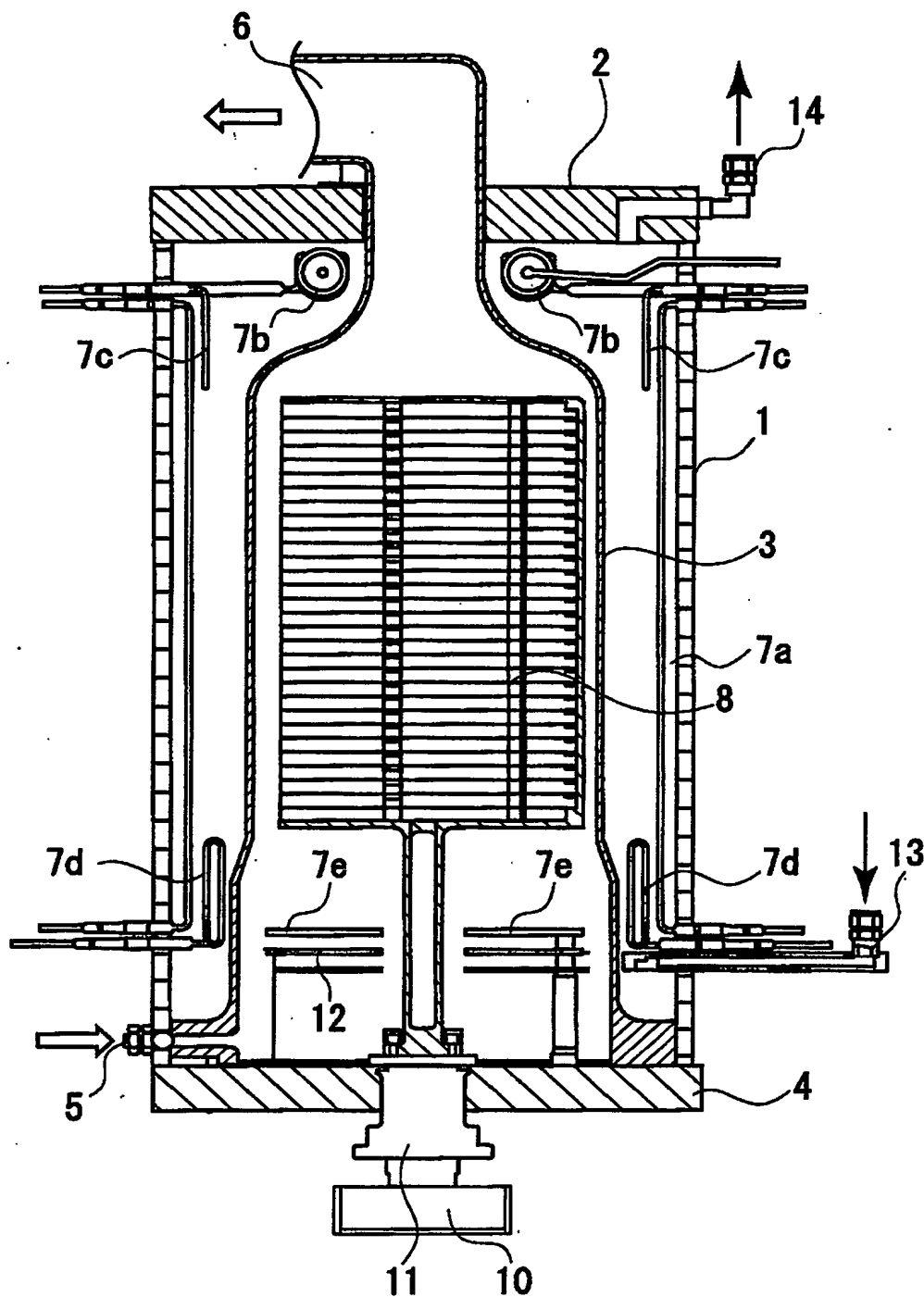
【図5】



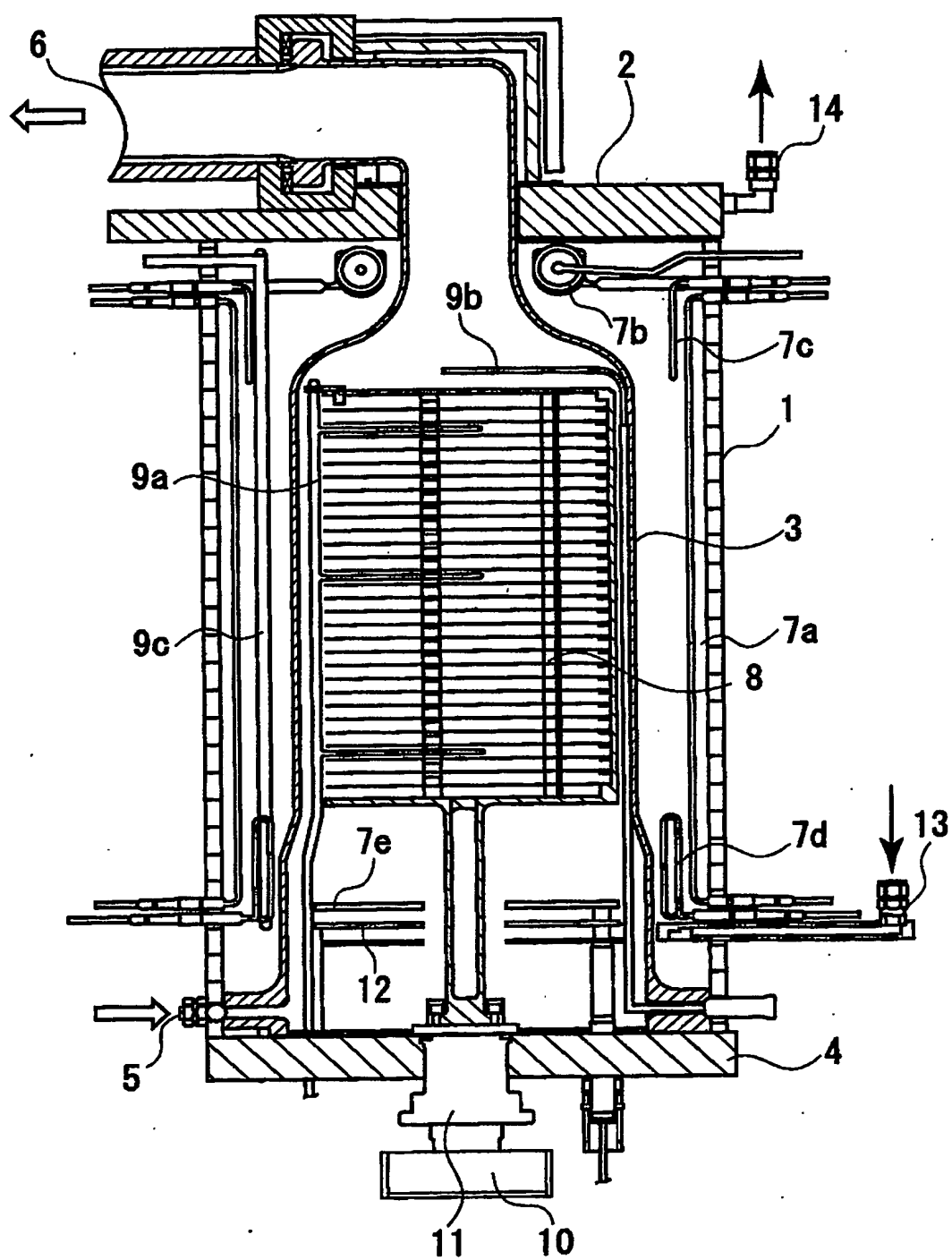
【図6】



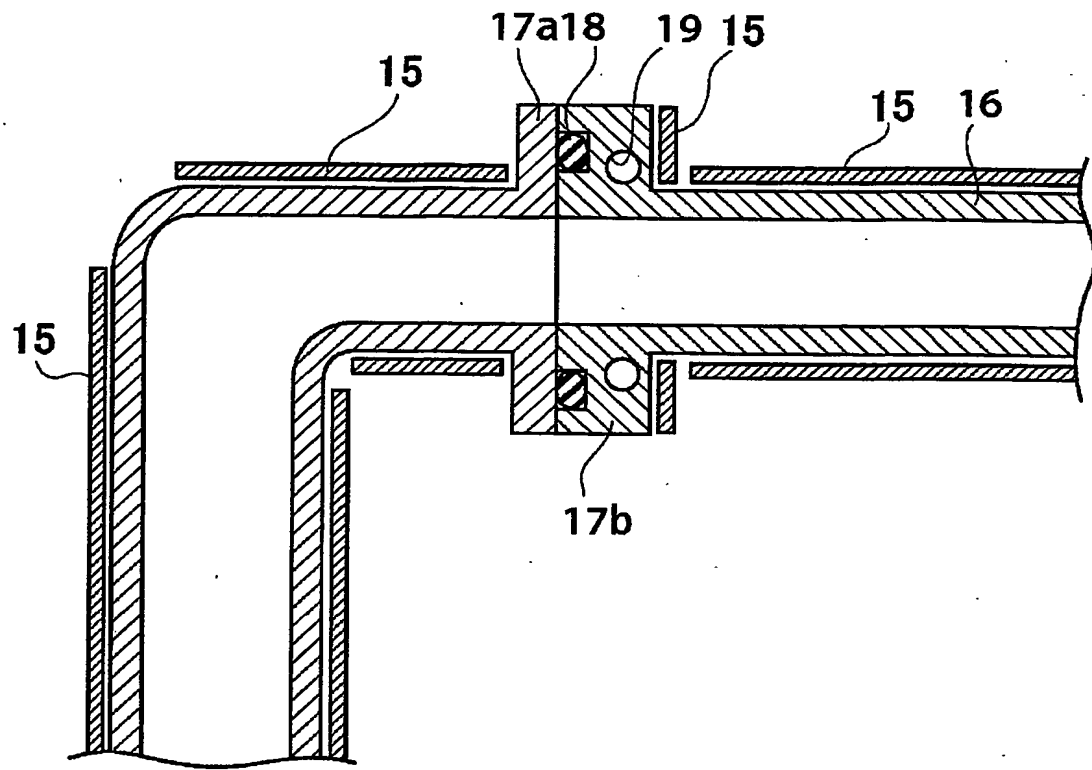
【図 7】



【図 8】



【図9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明は、熱容量が小さく、急速昇温、急速降温に適した熱処理装置であって、被処理体への加熱の不均一が生じることなく、また、パーティクルの発生を効果的に抑制することのできる熱処理装置を実現する。

【解決手段】 本発明の熱処理装置は、上端が開口している加熱炉本体 1 と、該加熱炉本体内部に設置されている加熱手段 7 と、該加熱炉本体内に収容されており、単一の管からなる反応管 3 とを少なくとも備えた熱処理装置において、この加熱手段が、反応管の周囲を囲繞するように配置された線状発熱素子と、反応管の上部の狭径化部の周囲に配置されたスパイラル状発熱素子と、反応管の直胴部上部に配置されたつづら折り状発熱素子と、反応管の直胴部下部に配置された扁平スパイラル状発熱素子と、反応管内部の被処理基板支持部材下部に配置された面上発熱体からなっている。

【選択図】 図 8

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2002-278046
受付番号	50201426565
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成14年 9月25日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成14年 9月24日

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000219967]

1. 変更年月日 1994年 9月 5日
[変更理由] 住所変更
住 所 東京都港区赤坂5丁目3番6号
氏 名 東京エレクトロン株式会社
2. 変更年月日 2003年 4月 2日
[変更理由] 住所変更
住 所 東京都港区赤坂五丁目3番6号
氏 名 東京エレクトロン株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.